

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2000-252987  
 (43) Date of publication of application : 14.09.2000

(51) Int.CI.

H04L 12/26  
 H04L 12/28  
 H04M 3/00

(21) Application number : 11-054808

(22) Date of filing : 02.03.1999

(71) Applicant : NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

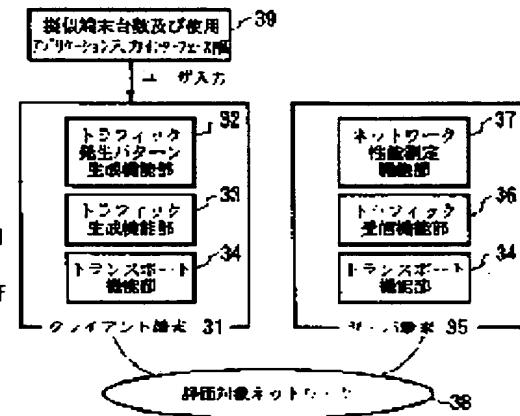
(72) Inventor : ISHIBASHI KEISUKE  
KIMURA TAKUMI

## (54) TRANSMISSION NETWORK SYSTEM AND ITS TRAFFIC GENERATION METHOD AND METHOD FOR EVALUATING NETWORK PERFORMANCE

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To evaluate network performance by generating a simulated traffic on the higher rank layers of a protocol layer which is owned by a network terminal and manages the congestion control in the volume equal to the number of designated network terminals.

**SOLUTION:** A traffic occurrence pattern generating function part 32 of a client terminal 31 generates the time series data on the value of the application use starting interval of a single terminal, the number of pieces of data which are sent by an application to an evaluation object network 38, the value of the data size and the value of the data transmission interval as an example of a random number that is subject to a specific probability distribution or a measurement distribution. A traffic generating function part 33 generates the traffic in parallel to each other in the volume equivalent to the number of simulated terminals. A transport function part 34 sends the generated traffic to a server terminal 35 according to the congestion situation of a network. Then the simulated traffic are generated in parallel to each other on the higher rank layers of a protocol layer that is usually owned by the terminal 31 and manages the congestion control in the volume equivalent to the number of designated network terminals.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3471243

[Date of registration] 12.09.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

[0005]

[Means to Solve the Problems]

In order to solve the above problems, the traffic generation method in a communication network system according to Claim 1 is characterized in that when pseudo-traffic for an application is to be generated by modeling application traffic per single network terminal by specifying distribution functions for an interval of starting the use of the application, a number of data items generated and interval and data size thereof during the use of the application, the pseudo-traffic is generated by specifying the number of network terminals used and the above distribution functions in parallel in an amount equivalent to the above specified number of network terminals at a level above the level of the protocol governing congestion control possessed by the above network terminals.

[0006]

The network performance evaluation method according to Claim 2 is to be used in a communication network system in which when pseudo-traffic for an application is to be generated in advance by modeling application traffic per single network terminal by specifying distribution functions for an interval of starting the use of the application, a number of data items generated and interval and data size thereof during the use of the application, the pseudo-traffic is generated by specifying the number of network

terminals used and the above distribution functions in parallel in an amount equivalent to the above specified number of network terminals at a level above the level of the protocol governing congestion control possessed by the

5 above network terminals; and the network performance evaluation method is characterized in that the application and number of terminals used in the communication network system the performance of which is to be evaluated are estimated, and when subjective evaluation by a user is

10 necessary, the application is actually run while causing the above generated pseudo-traffic to occur and prompting the user to make subjective judgment of quality; whereas when quantitative objective judgment is necessary, the application is actually run while causing the above

15 generated pseudo-traffic to occur, and a judgment is made as to whether the desired performance is obtained from the network performance obtained when the test traffic is generated.

[0007]

20 The network performance evaluation method according to Claim 5 is to be used in a communication network system in which performance evaluation is conducted by generating traffic to simulate the traffic occurring for an application running on a plurality of network, and is characterized in that, in order to simulate traffic of the above application,

25 time-series data for a single network terminal for the value of an interval of starting the use of the application, the

number of data items transmitted to the network by the application during the use of the application, data size thereof, and an interval of the transmission of the data, are generated as a series of random numbers conforming to a specific statistical distribution or measurement distribution; the time of generation and a data number are written in each transmitted data item, in parallel in an amount equivalent to a specified number of network terminals, for the traffic based on this time-series data, and [the traffic] is generated in a transmission-side network terminal at a level above the level of the protocol governing congestion control of the above network terminals; the delay of the data is measured by comparing the time of generation and the time of arrival at the receiving-side network terminal; and, when reliability is not secured at the lower level governing the generation of the above pseudo-traffic, data losses are measured by detecting gaps in the above data numbers.

[0008]

Further, the network performance evaluation method according to Claim 6 is to be used in a client/server-type communication network system, and is characterized in that in order to simulate the traffic of an application at a client terminal, time-series data for a single network terminal for the value of an interval of starting the use of the application, the number of data items transmitted to the network by the application during the use of the application,

data size thereof, and an interval of the transmission of the data, are generated as a series of random numbers conforming to a specific statistical distribution or measurement distribution; request messages to cause 5 transmission to the subject terminal of data of a specific size are sent to a server computer based on the above data size value, in parallel in an amount equivalent to a specified number of network terminals based on each of the above generated values; data of the specified sizes is 10 received; and response delays and data acquisition delays are measured by measuring and comparing request transmission times with data reception start times and data reception end times.

[0009]

15       The communication network system according to Claim 8 is characterized in comprising, in order to simulate the traffic of an application running on a plurality of network terminals forming a network, modeling means for modeling application traffic per network terminal, by specifying a 20 distribution function for an interval of starting the use of the application, a number of data items generated and interval and data size thereof during the use of the application; interface means for specifying the number of used network terminals and the above distribution function 25 when generating pseudo-traffic for the application; and traffic generation means for generating pseudo-traffic at a level above the level of the protocol governing congestion

control of the above network terminals, in parallel in an amount equivalent to the above specified number of network terminals.

[0010]

5           Also, the communication network system according to Claim 11 is characterized in comprising, in order to simulate the traffic of an application running on a plurality of network terminals forming a network, time-series data generation means for generating time-series data  
10          for the value of an interval of starting the use of the application, the number of data items and data size transmitted to the network by the application during the use of the application, and the value of data transmission interval, as a series of random numbers conforming to a  
15          specific statistical distribution or measurement distribution; pseudo-traffic generation means for generating, at a level above the level of the protocol governing traffic congestion of the above terminal, traffic based on this time-series data, in parallel in an amount equivalent to a  
20          specified number of network terminals, by writing in each transmitted data item the time of generation and a data number; and network performance evaluation means for measuring the delay of data by comparing the creation time and arrival time on the receiving side, and, when  
25          reliability is not secured at the lower level governing the generation of the above pseudo-traffic, measuring data losses by detecting gaps in the above data numbers.

[0011]

Further, the communication network system according to  
Claim 12 is a client/server-type communication network  
system in which a network is formed from a client terminal  
5 and a server computer, and is characterized in comprising  
time-series data generation means for generating time-series  
data for the value of an interval of starting the use of an  
application on one network terminal, the number of data  
items and data size transmitted to the network by the  
10 application during the use of the application, as well as  
the value of data transmission interval, as a series of  
random numbers conforming to a specific statistical  
distribution or measurement distribution, in order to  
simulate the traffic of the application; request message  
15 transmission means provided in the above client terminal for  
transmitting to a server computer a request message causing  
the transmission to the subject terminal of data of a  
specified size based on the above data size values, in  
parallel in an amount equivalent to a specified number of  
20 terminals based on each of the above values generated; data  
transmission means provided in the above server computer for  
returning data of the specified data size in response to a  
data transmission request message from the above client  
computer; and, network performance evaluation means provided  
25 in the above client computers for receiving data in the  
specified size from the above server computer, and measuring  
response delay and data acquisition delay by measuring and

comparing the request transmission time with the data reception start time and data reception end time.

[0012]

By using a communication network system of this invention, and a traffic generation method and network model evaluation method in the system of this invention, traffic generated by actual applications can be more accurately simulated, and the network can be made scaleable; in addition, performance evaluation at the application protocol level becomes possible.

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-252987

(P2000-252987A)

(43)公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51)Int.Cl.  
H 04 L 12/26  
12/28  
H 04 M 3/00

識別記号

F I  
H 04 L 11/12  
H 04 M 3/00  
H 04 L 11/20

コード(参考)  
5 K 0 3 0  
D 5 K 0 5 1  
Z 9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平11-54808

(22)出願日

平成11年3月2日 (1999.3.2)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 石橋 圭介

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 木村 阜巳

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74)代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

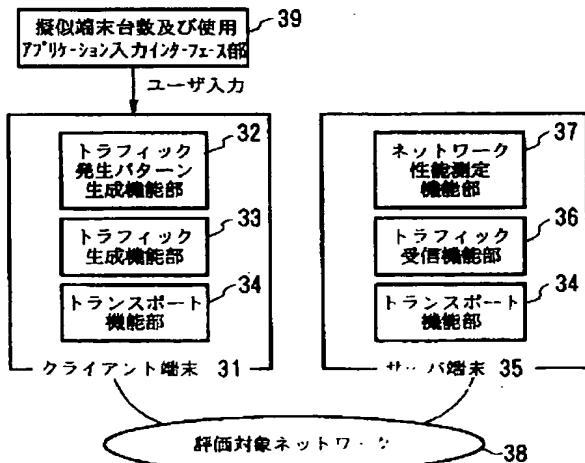
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 通信ネットワークシステム及び同システムにおけるトラフィック生成方法ならびにネットワーク  
性能評価方法

(57)【要約】

【課題】 より実運用環境に近い疑似トラフィックの生成を行い、擬似トラフィックを発生しているネットワーク上での性能を測定する。

【解決手段】 ネットワークを構築する一端末あたりのアプリケーショントラフィックをアプリケーション使用開始間隔、一回のアプリケーション使用中にそのアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、データサイズの値、およびデータ送信間隔の値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として発生(32)させ、その時系列データに基づきトラフィックを指定疑似端末台数及び使用アプリケーション分だけ並列にネットワークシステムの輻輳制御層の上位層において発生(33, 34)させる。また、そのデータにデータ番号、発信時刻を付与することにより受信側(57)でネットワーク性能を測定する。



1

2

**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 通信ネットワークシステムにおいて、一ネットワーク端末あたりのアプリケーショントラフィックを、アプリケーション使用開始間隔、そのアプリケーション使用中におけるデータ発生個数及びその間隔、データサイズのそれぞれについての分布関数を指定することによりモデル化し、

そのアプリケーションの疑似トラフィックを生成する際、使用するネットワーク端末台数と前記分布関数を指定し、

前記指定されたネットワーク端末台数相当分だけ、並列に、前記ネットワーク端末が持つ輻輳制御を司るプロトコル層の上位層において疑似トラフィックの生成を行うことを特徴とする通信ネットワークシステムにおけるトラフィック生成方法。

**【請求項2】** 事前に一ネットワーク端末あたりのアプリケーショントラフィックを、アプリケーション使用開始間隔、そのアプリケーション使用中におけるデータ発生個数及びその間隔、データサイズのそれぞれについての分布関数を指定することによりモデル化し、

そのアプリケーションの疑似トラフィックを生成する際、使用するネットワーク端末の台数と前記分布関数を指定し、

前記指定されたネットワーク端末台数相当分だけ、並列に、前記ネットワーク端末が持つ輻輳制御を司るプロトコル層の上位層において疑似トラフィックの生成を行う通信ネットワークシステムにおいて、

性能評価対象となる通信ネットワークシステムにおけるアプリケーション、使用端末台数を見積もり、

利用者による主観評価が必要とされる場合、前記生成される疑似トラフィックを発生させながら実際にアプリケーションを動作させて利用者に対し品質の主観判断を促し、

定量的な客観判断が必要とされる場合、前記生成される疑似トラフィックを発生させながら実際にアプリケーションを動作させ、試験トラフィックを流して得られるネットワーク性能から所望の性能が得られているか否か判断することを特徴とするネットワーク性能評価方法。

**【請求項3】** 前記アプリケーションのトラフィックモデルの作成は、

測定対象となるアプリケーションの、アプリケーション使用間隔、アプリケーション使用中の発生データ数、データサイズ、データ間隔の各値を測定し、

それぞれの測定データから測定分布を作成し、

分布モデルの候補となる確率分布に対して所定の演算に従って適合度を比較し、

前記測定した各値に対して最も適合度が高い確率分布の組みをそのアプリケーションのモデルとすることを特徴とする請求項1記載の通信ネットワークシステムにおけるトラフィック生成方法。

**【請求項4】** 前記アプリケーションのトラフィックモデルの作成は、

測定対象となるアプリケーションの、アプリケーション使用間隔、アプリケーション使用中の発生データ数、データサイズ、データ間隔の各値を測定し、

それぞれの測定データから測定分布を作成し、分布モデルの候補となる確率分布に対して所定の演算に従って適合度を比較し、

前記測定した各値に対して最も適合度が高い確率分布の組みをそのアプリケーションのモデルとすることを特徴とする請求項2記載のネットワーク性能評価方法。

**【請求項5】** 複数ネットワーク端末上で動作するアプリケーションが発生するトラフィックを模擬した疑似トラフィックを生成し、ネットワーク性能評価を行なう通信ネットワークシステムにおいて、

前記アプリケーションのトラフィックを模擬するためには、一ネットワーク端末のアプリケーション使用開始間隔の値、アプリケーション使用中、そのアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、及びデータ

20 サイズ、ならびにそのデータ送信間隔の各値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として生成し、

その時系列データに基づいたトラフィックに関し、指定されたネットワーク端末の数相当分だけ並列に、各送信データに発生時刻ならびにデータ番号を書き込み、前記各ネットワーク端末が持つ輻輳制御を司るプロトコル層の上位層において送信側ネットワーク端末で発生させ、受信側ネットワーク端末でその発生時刻と着信時刻を比較することによりデータの遅延を測定し、かつ、前記疑似トラフィック生成を司る下位の層において信頼性を確保していない場合に前記データ番号の抜けを検出することによってデータの損失を測定することを特徴とするネットワーク性能評価方法。

**【請求項6】** クライアントサーバ型の通信ネットワークシステムにおいて、

クライアント端末でアプリケーションのトラフィックを模擬するために、一クライアント端末のアプリケーション使用開始間隔の値、アプリケーション使用中、そのアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、及びデータサイズ、ならびにそのデータ送信間隔の値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として生成し、

前記データサイズ値に基づき、サーバに対して指定サイズのデータを自クライアント端末に送信させるための要求メッセージを、前記生成した各値に基づき指定端末台数相当分並列に送信し、

指定サイズのデータを受信し、要求送信時刻と、データ受信開始時刻及びデータ受信終了時刻を測定し比較することにより、応答遅延ならびにデータ取得遅延を測定することを特徴とするネットワーク性能評価方法。

50

**【請求項7】** 更に、前記データサイズを、前記測定したデータ取得遅延から応答遅延を差し引いた値で除算することによりスループットを得ることを特徴とする請求項6記載のネットワーク性能評価方法。

**【請求項8】** ネットワークを構築する複数ネットワーク端末上で動作するアプリケーションのトラフィックを模擬するために、一ネットワーク端末あたりのアプリケーショントラフィックを、アプリケーション使用開始間隔、そのアプリケーション使用中におけるデータ発生個数及びその間隔、データサイズのそれぞれについての分布関数を指定することによりモデル化するモデル化手段と、

そのアプリケーションの疑似トラフィックを生成する際、使用するネットワーク端末の台数と前記分布関数を指定するインターフェース手段と、  
前記指定されたネットワーク端末台数相当分だけ並列に、前記ネットワーク端末が持つ輻輳制御を司るプロトコル層の上位層において疑似トラフィックの生成を行うトラフィック生成手段とを備えることを特徴とする通信ネットワークシステム。

**【請求項9】** 前記モデル化手段は、前記アプリケーショントラフィックを模擬するために必要な各値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として発生させる手段から成ることを特徴とする請求項8記載の通信ネットワークシステム。

**【請求項10】** 性能評価対象となる通信ネットワークシステムにおけるアプリケーション名、使用端末台数を見積もりシステムに入力するインターフェース手段と、利用者による主観評価が必要とされる場合、前記生成される疑似トラフィックを発生させながら実際にアプリケーションを動作させて利用者に対し品質の主観判断を促し、定量的な客観判断が必要とされる場合、前記生成される疑似トラフィックを発生させながら実際にアプリケーションを動作させ、試験トラフィックを流して得られるネットワーク性能から所望の性能が得られているか否か判断す性能評価手段とを更に備えることを特徴とする請求項7記載の通信ネットワークシステム。

**【請求項11】** 通信ネットワークを構築する複数ネットワーク端末上で動作するアプリケーションのトラフィックを模擬するために、一ネットワーク端末のアプリケーション使用開始間隔の値、アプリケーション使用中、そのアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、及びデータサイズ、ならびにそのデータ送信間隔の値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として生成する時系列データ生成手段と、

その時系列データに基づいたトラフィックを、指定されたネットワーク端末の数相当分だけ並列に、各送信データに発生時刻ならびにデータ番号を書き込み、前記端末が持つ輻輳制御を司るプロトコル層の上位層において送

信側で発生させる疑似トラフィック生成手段と、受信側でその発生時刻と着信時刻を比較することによりデータの遅延を測定し、かつ、前記疑似トラフィック生成を司る下位の層において信頼性を確保していない場合に前記データ番号の抜けを検出することによってデータの損失を測定するネットワーク性能評価手段とを備えることを特徴とする通信ネットワークシステム。

**【請求項12】** クライアントサーバ型の通信ネットワークシステムであって、

10 アプリケーションのトラフィックを模擬するために、一クライアント端末のアプリケーション使用開始間隔の値、アプリケーション使用中、そのアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、及びデータサイズ、ならびにそのデータ送信間隔の値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として生成するクライアント端末中の時系列データ生成手段と、

前記データサイズ値に基づき、前記サーバに対して指定サイズのデータを自端末に送信させるための要求メッセージを、前記生成した各値に基づき指定端末台数相当分並列に送信する前記クライアント端末中の要求メッセージ送信手段と、

前記クライアント端末からのデータ送信要求メッセージに対して指定データサイズのデータを返す前記サーバ中のデータ送信手段と、

前記サーバから指定サイズのデータを受信し、要求送信時刻と、データ受信開始時刻及びデータ受信終了時刻を測定し比較することにより、応答遅延ならびにデータ取得遅延を測定する前記クライアント端末中のネットワーク性能評価手段とを備えたことを特徴とする通信ネットワークシステム。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】** この発明は、通信ネットワークシステム及び同システムにおけるトラフィック生成方法ならびにネットワーク性能評価方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** ネットワークシステムの性能評価は試験トラフィックを発生させて行うが、実運用時における性能を求めるためには、実運用時のトラフィックを模擬したトラフィックを発生させることが必要となる。従来、このトラフィックを生成する装置は、発生トラフィックパターンとして測定トラフィックのデータを用いるものや、IP (Internet Protocol) パケットもしくはATM (Asynchronous Transfer Mode: 非同期転送モード) セル発生間隔を、指数分布、もしくは一定値で指定するものに限られていた。またネットワーク機器の性能試験の際にも、実際のアプリケーションが発生するトラフィックを擬似可能なトラフィック発生のための手段が必要になる。更に、発生させたトラヒックを用いてパケット

損、遅延、応答遅延、データ取得遅延等のネットワーク性能を評価する必要がある。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述した従来技術によれば、実際のアプリケーションが発生するトラフィックパターンの模擬、及び、実運用時と同等量のトラフィックを発生させるための分布パラメータの見積もりが困難であった。一方、先行技術である特開平7-297912号公報に、実際に測定したトラフィックを実現する技術が開示されている。しかしながら、この場合、再現トラフィックを変化させることができないため、ネットワークのトラフィック負荷条件を変化させた場合の性能評価を行うことが出来ない。また、トラフィックを発生させるプロトコル層は、TCP (Transport Control Protocol) のような、通常ネットワーク端末に装備されている輻輳制御層の下位層であり、その層において、直接IPパケットもしくはATMセルを発生させるため、ネットワークの混雑状況に応じたトラフィック発生パターンの変化を表現できないといった問題もあった。更に、輻輳制御層の下位層におけるパケット損失率、パケット転送遅延などの性能評価値は、例えば、データ取得遅延の値等、実際にユーザが感知する性能を表すものではないため、それらの情報からユーザの感知する性能を得ることは一般に困難であった。

【0004】この発明は上記諸々の問題を解決するためになされたものであり、一端末あたりのアプリケーショントラフィックをアプリケーション使用開始間隔、アプリケーション使用中のデータ発生個数、データ発生間隔、データサイズそれぞれについての分布関数を指定することによりモデル化し、そのアプリケーションの擬似トラフィックを発生する際に端末台数と上記分布関数を指定し、TCPに代表される輻輳制御／損失回復層の上位プロトコル層で擬似トラフィックを発生させることにより、輻輳制御層でのフロー制御下における、より実運用環境に近い擬似トラヒックの発生を可能とし、かつ、ネットワーク規模に対してスケーラビリティを持たせることのできる、通信ネットワークシステム及び同システムにおけるトラフィック生成方法を提供することを目的とする。また、擬似トラフィック発生時にパラメータ指定のために必要な情報を通信端末台数と使用アプリケーションという事前に推定が容易な情報とし、TCPの上位層において発生したトラフィックによってネットワーク性能を評価することにより、ユーザが感知するデータ取得遅延などのネットワーク性能の評価を行うことができる、通信ネットワークシステム及び同システムにおけるネットワーク性能評価方法を提供することも目的とする。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するため、請求項1記載の通信ネットワークシステムにおける

トラフィック生成方法は、一ネットワーク端末あたりのアプリケーショントラフィックをアプリケーション使用開始間隔、そのアプリケーション使用中におけるデータ発生個数及びその間隔、データサイズのそれぞれについての分布関数を指定することによりモデル化し、そのアプリケーションの疑似トラフィックを生成する際、使用するネットワーク端末の台数と前記分布関数を指定し、前記指定されたネットワーク端末台数相当分だけ並列に、前記ネットワーク端末が持つ輻輳制御を司るプロトコル層の上位層において疑似トラフィックの生成を行うことを特徴とする。

【0006】請求項2記載のネットワーク性能評価方法は、事前に一ネットワーク端末あたりのアプリケーショントラフィックをアプリケーション使用開始間隔、そのアプリケーション使用中におけるデータ発生個数及びその間隔、データサイズのそれぞれについての分布関数を指定することによりモデル化し、そのアプリケーションの疑似トラフィックを生成する際、使用するネットワーク端末の台数と前記分布関数を指定し、前記指定されたネットワーク端末台数相当分だけ並列に、前記ネットワーク端末が持つ輻輳制御を司るプロトコル層の上位層において疑似トラフィックの生成を行う通信ネットワークシステムにおいて、性能評価対象となる通信ネットワークシステムにおけるアプリケーション、使用端末台数を見積もり、利用者による主観評価が必要とされる場合、前記生成される疑似トラフィックを発生させながら実際にアプリケーションを動作させて利用者に対し品質の主観判断を促し、定量的な客観判断が必要とされる場合、前記生成される疑似トラフィックを発生させながら実際にアプリケーションを動作させ、試験トラフィックを流して得られるネットワーク性能から所望の性能が得られているか否か判断することを特徴とする。

【0007】また、請求項5記載のネットワーク性能評価方法は、複数ネットワーク端末上で動作するアプリケーションが発生するトラフィックを模擬したトラフィックを生成し、性能評価が行われる通信ネットワークシステムにおいて、前記アプリケーションのトラフィックを模擬するために、一ネットワーク端末のアプリケーション使用開始間隔の値、アプリケーション使用中、そのアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、及びデータサイズ、ならびにそのデータ送信間隔の値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として生成し、その時系列データに基づいたトラフィックに関し、指定されたネットワーク端末の数相当分だけ並列に、各送信データに発生時刻ならびにデータ番号を書き込み、前記ネットワーク端末が持つ輻輳制御を司るプロトコル層の上位層において送信側ネットワーク端末で発生させ、受信側ネットワーク端末でその発生時刻と着信時刻を比較することによりデータの遅延を測定し、かつ、前記疑似トラフィック生成を司る下

位の層において信頼性を確保していない場合に前記データ番号の抜けを検出することによってデータの損失を測定することを特徴とする。

【0008】更に、請求項6記載のネットワーク性能評価方法は、クライアントサーバ型の通信ネットワークシステムにおいて、クライアント端末にてアプリケーションのトラフィックを模擬するために、一クライアント端末のアプリケーション使用開始間隔の値、アプリケーション使用中、そのアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、及びデータサイズ、ならびにそのデータ送信間隔の値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として生成し、前記データサイズ値に基づき、サーバコンピュータに対して指定サイズのデータを自端末に送信させるための要求メッセージを、前記生成した各値に基づき指定端末台数相当分並列に送信し、指定サイズのデータを受信し、要求送信時刻と、データ受信開始時刻及びデータ受信終了時刻を測定し比較することにより、応答遅延ならびにデータ取得遅延を測定することを特徴とする。

【0009】請求項8記載の通信ネットワークシステムは、ネットワークを構築する複数ネットワーク端末上で動作するアプリケーションのトラフィックを模擬するために、一ネットワーク端末あたりのアプリケーショントラフィックを、アプリケーション使用開始間隔、そのアプリケーション使用中におけるデータ発生個数及びその間隔、データサイズのそれぞれについての分布関数を指定することによりモデル化するモデリング手段と、そのアプリケーションの疑似トラフィックを生成する際、使用するネットワーク端末の台数と前記分布関数を指定するインタフェース手段と、前記指定されたネットワーク端末台数相当分だけ並列に、前記ネットワーク端末が持つ幅轄制御を司るプロトコル層の上位層において疑似トラフィックの生成を行うトラフィック生成手段とを備えることを特徴とする。

【0010】また、請求項11記載の通信ネットワークシステムは、ネットワークを構築する複数ネットワーク端末上で動作するアプリケーションのトラフィックを模擬するために、一ネットワーク端末のアプリケーション使用開始間隔の値、アプリケーション使用中、そのアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、及びデータサイズ、ならびにそのデータ送信間隔の値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として生成する時系列データ生成手段と、その時系列データに基づいたトラフィックを、指定されたネットワーク端末の数相当分だけ並列に、各送信データに発生時刻ならびにデータ番号を書き込み、前記端末が持つ幅轄制御を司るプロトコル層の上位層において送信側で発生させる疑似トラフィック生成手段と、受信側でその発生時刻と着信時刻を比較することによりデータの遅延を測定し、かつ、前記疑似トラフィック生成を司る下

位の層において信頼性を確保していない場合に前記データ番号の抜けを検出することによってデータの損失を測定するネットワーク性能評価手段とを備えることを特徴とする。

【0011】更に、請求項12記載の通信ネットワークシステムは、クライアント端末、サーバコンピュータによりネットワークが構築されるクライアントサーバ型の通信ネットワークシステムであって、アプリケーションのトラフィックを模擬するために、一クライアント端末のアプリケーション使用開始間隔の値、アプリケーション使用中、そのアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、及びデータサイズ、ならびにそのデータ送信間隔の値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として生成するクライアント端末中の時系列データ生成手段と、前記データサイズ値に基づき、サーバコンピュータに対して指定サイズのデータを自端末に送信させるための要求メッセージを、前記生成した各値に基づき指定端末台数相当分並列に送信する前記クライアント端末中の要求メッセージ送信手段と、前記クライアント端末からのデータ送信要求メッセージに対して指定データサイズのデータを返す前記サーバコンピュータ中のデータ送信手段と、前記サーバコンピュータから指定サイズのデータを受信し、要求送信時刻と、データ受信開始時刻及びデータ受信終了時刻を測定し比較することにより、応答遅延ならびにデータ取得遅延を測定する前記クライアントコンピュータ中のネットワーク性能評価手段とを備えたことを特徴とする。

【0012】この発明による通信ネットワークシステム及び同システムにおけるトラフィック生成方法ならびにネットワークモデル評価方法を用いることにより、実際のアプリケーションが発生するトラフィックをより正確に模擬することができ、また、ネットワーク規模に対してスケーラビリティを持たすことができ、更に、アプリケーションプロトコル層における性能評価が可能となる。

### 【0013】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の通信ネットワークシステムにおけるトラヒック生成方法ならびにネットワーク性能評価方法を説明するために引用したフローチャートである。図1に示すフローチャートを参照しながら本発明の基本動作から説明する。まず、ステップS11では、事前にアプリケーションのトラフィックをアプリケーション使用開始間隔、アプリケーション使用中データ発生個数、データ発生間隔、データサイズの確率分布を指定することによりモデル化する。このモデル化の手順については後述する。次に、性能評価対象ネットワークにおける使用アプリケーション、使用疑似端末台数を見積もり（ステップS12）、ユーザによる主観評価が必要か否かを判断（ステップS13）する。主観評価が必要となる場合には、本発明を用いて背景トラフィ

ック（後述する疑似トライフィック）を発生させながら、実際にネットワークアプリケーションをネットワーク上で稼動（ステップS14）させ、ユーザに対し利用可能な品質か否かについて主観的判断を促し、所望の性能が得られているか判定する（ステップS16）。一方、性能について定量的な観客評価が必要となる場合は上述した背景トライフィックを発生させながら試験トライフィックを流し、システムに備え付けの性能評価機能により、遅延、遅延変動、損失などのネットワーク性能（ステップS15）から所望の性能が得られているか否かを判断する（ステップS16）。

$$A^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \{F(x) - G(x)\}^2 \Psi(x) f(x) dx \quad \cdots (1)$$

$$\Psi(x) = \frac{1}{F(x)[1 - F(x)]}$$

$F(x)$ : 候補となる確率分布

$G(x)$ : 測定データから得られた分布

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

の式（1）により適合度を比較する。ここで、 $A^2$ は、測定分布関数 $G(x)$ と確率分布関数 $F(x)$ の距離を示す値であり、この値が小さいほど適合度がよいことを示す。そして、測定されたアプリケーション使用間隔、アプリケーション使用中の発生データ数、データサイズ、データ発生間隔の各値に対して、最も適合度のよい確率分布の組をそのアプリケーションのモデルとする。

【0015】図2は本発明において使用されるトライフィックモデルを時間軸上に示した図である。アプリケーションのトライフィックモデルは、ネットワークを構築する一端末のアプリケーション使用開始間隔、一回のアプリケーション使用中にアプリケーションが発生するデータ数、データ発生間隔、及びデータサイズを後述する確率分布とそのパラメータを指定することにより得られる。

【0016】図3は本発明の通信ネットワークシステムの一実施形態を示すブロック図である。図において、31はトライフィック生成し送信するクライアント端末である。クライアント端末31は、トライフィック発生パターン生成機能部32とトライフィック生成機能部33と、トランスポート機能部34から構成される。トランスポート機能部34は、クライアント端末31に実装されるOS(Operating System: 基本ソフトウェア)により提供される機能であり、通常、信頼性のあるデータ送信機能を提供するTCPが利用される。35はトライフィックを受信しネットワーク性能評価を行うサーバ端末である。サーバ端末35は、トランスポート機能部34とトライフィック受信機能部36とネットワーク性能測定機能部37から構成される。38は評価対象ネットワークで

【0014】上述したアプリケーションのトライフィックモデル作成は、まず、測定対象となるアプリケーションのアプリケーション使用間隔、アプリケーション使用中の発生データ数、データサイズ、データ発生間隔を測定し、それぞれの測定データに基づき測定分布を作成することから始まる。次に、分布モデルの候補となる確率分布（指数分布、超指数分布、対数正規分布、Weibull分布など）に対し、例えば、Anderson-Darling検定などで用いられている方法、

【数1】

あり、上述したクライアント端末1及びサーバ端末35はこの評価対象ネットワーク38を介して接続される。39は疑似端末台数及び使用アプリケーション入力インターフェース部であり、疑似端末数、モデル化するアプリケーションをユーザに入力させるためのインターフェースとなる。

【0017】図3に示すシステム構成において、まず、ユーザが疑似端末台数及び使用アプリケーション入力インターフェース部39を使用し、そのアプリケーション名、擬似端末台数を入力する。このことにより、クライアント端末31のトライフィック発生パターン生成機能部32は、上述した手順で事前に作成したそのアプリケーションのトライフィックモデルに基づき、一端末のアプリケーション使用開始間隔の値、一回のアプリケーション使用中にアプリケーションが評価対象ネットワーク38に送信するデータの個数、データサイズの値、およびデータ送信間隔の値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の例として発生させる。トライフィック生成機能部33は、トライフィック生成パターン生成機能部32が生成したパターンに基づき、擬似端末台数分のトライフィックを並列に生成する。トランスポート機能部34は、ネットワークの輻輳状況に応じてトライフィック生成機能部33が生成したトライフィックをサーバ端末35に対して送信する。すなわち、指定されたネットワーク端末台数相当分だけ並列に、クライアント端末31が通常持つ輻輳制御を司るプロトコル層の上位層において疑似トライフィックの生成を行う。サーバ端末35のトランスポート機能部34はクライアント端末31が

送信したデータをトライフィック受信機能部36に伝達する。トライフィック受信機能部36はクライアント端末31が送信したデータを受信する。

【0018】図4は、データ転送遅延、データの測定方法説明するために引用した図である。サーバ端末35のネットワーク性能測定機能部37は、受信したデータに書き込まれているデータ送信時刻、データ番号を読み取り、受信時刻と比較することにより、データ送信遅延を測定する。データ送信遅延を測定するためにはトライフィックを生成し送信する端末（クライアント端末31）とそれを受信する端末（サーバ端末35）の時刻が同期している必要がある。これは両端末31、35がGPS（Global Positioning System）などから絶対時刻を受け取ることによって実現できる。下位プロトコル層が信頼性のあるデータ転送を提供しない場合にはデータ番号の抜けを読み取ることにより、データ損も測定する。

【0019】図5は本発明の通信ネットワークシステムにおける他の実施形態を示すブロック図である。具体的には、クライアントサーバ型のトライフィックを模擬し、ネットワーク性能評価を行う場合のクライアントサーバシステムの構成を示す。図において、51は疑似トライフィックの生成を行うと共にサーバ端末57の助力を得てネットワーク性能評価を行うクライアント端末である。クライアント端末51は、トライフィック発生パターン生成機能部52とデータ送信要求生成機能部53と、トランスポート機能部54と、データ受信機能部55と、ネットワーク性能測定機能56から構成される。トランスポート機能部54は、クライアント端末51上のOSにより提供される機能であり、通常信頼性のあるデータ送信機能を提供するTCPが利用される。57はサーバ端末である。サーバ端末57はトランスポート機能部54とデータ送信要求受信機能部58と要求送信データサイズ読み取り機能部59と要求サイズデータ送信機能部60で構成される。61は評価対象ネットワークであり、クライアント端末51とサーバ端末57はこの評価対象ネットワーク61を介して接続される。62は疑似端末台数及び使用アプリケーション入力インターフェース部であり、疑似端末数、モデル化するアプリケーションをユーザに入力させるためのインターフェースとなる。

【0020】図5に示すシステム構成において、ユーザが、疑似端末台数及び使用アプリケーション入力インターフェース部62を介し、アプリケーション名、擬似端末台数を入力すると、トライフィック発生パターン生成機能部52が上述した手順により事前に作成したそのアプリケーションのトライフィックモデルに基づき、一端末のアプリケーション使用開始間隔の値、一回のアプリケーション使用中にアプリケーションがネットワークに送信するデータの個数、データ送信間隔の値、及びサーバ側端末に送信要求するデータサイズの値の時系列データを特定の確率分布もしくは測定分布に従う乱数の列として

発生させる。データ送信要求生成機能部53は、トライフィック発生パターン生成機能部52が生成したパターンに基づき、サーバ端末57に対し、データ送信要求メッセージを、指定された擬似端末台数分並列に生成する。サーバ端末57の要求データサイズ読み取り機能部69は、データ受信要求受信機能部58を介して受信したデータ送信要求を読み取り、要求サイズデータ送信機能部60を介し送信要求サイズ分、データを要求端末（クライアント端末51）に対して送信する。

【0021】図6は、応答遅延、データ取得遅延の測定方法を説明するために引用した図である。クライアント端末51は、要求送信時刻と、データ受信開始時刻ならびにデータ受信終了時刻を比較することによって、それぞれに応答遅延、データ取得遅延を測定する。また、データサイズをデータ取得遅延から応答遅延を差し引いた値で割ることによりスループットの計算も可能である。

【0022】以上説明のようにこの発明は、一ネットワーク端末あたりのアプリケーショントライフィックを、アプリケーション使用開始間隔、そのアプリケーション使用中におけるデータ発生個数及びその間隔、データサイズのそれぞれについての分布関数を指定することによりモデル化し、そのアプリケーションの疑似トライフィックを生成する際、使用するネットワーク端末の台数と前記分布関数を指定し、前記指定されたネットワーク端末台数相当分だけ並列に、前記ネットワーク端末が持つTCPのような輻輳制御／損失回復層の上位層で疑似トライフィックの生成を行うことにより輻輳制御層でのフロー制御下における、より実運用環境に近い疑似トライフィックの発生を行うことを特徴とするものである。また、疑似トライフィック発生時にパラメータ指定のために必要な情報も通信端末台数と使用アプリケーション名という事前に推定が容易な情報で済み、更に、TCPの上位層において発生したトライフィックによりネットワーク性能を評価することでユーザが感知するデータ取得遅延等の性能評価を可能にするものである。

### 【0023】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、ネットワーク性能評価を行う際に擬似アプリケーション、擬似端末数という推定が簡易なパラメータを指定するだけで、実際のアプリケーションが発生するトライフィックと類似したトライフィックを生成することができ、同時にデータ取得遅延といったユーザが知覚するネットワーク性能を評価することが可能となる。このことにより、実際のアプリケーションが発生するトライフィックをより正確に模擬することができ、ネットワーク規模に対してスケーラビリティを持たせ、かつアプリケーション層における性能評価を実現できる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の通信システムにおけるトライフィック生成方法ならびにネットワーク性能評価方法を説明す

るために引用したフローチャートである。

【図2】 この発明において使用されるトラフィックモデルを説明するために引用した図である。

【図3】 この発明における通信ネットワークシステムの一実施形態を示すブロック図である。

【図4】 データ転送遅延、データ損の測定方法を説明するために引用した図である。

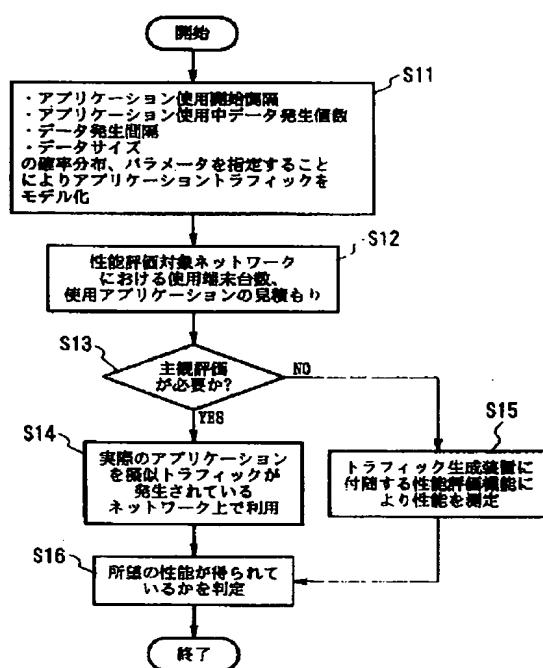
【図5】 この発明における通信ネットワークシステムの他の実施形態を示すブロック図である。

【図6】 応答遅延、データ取得遅延の測定方法を説明するために引用した図である。

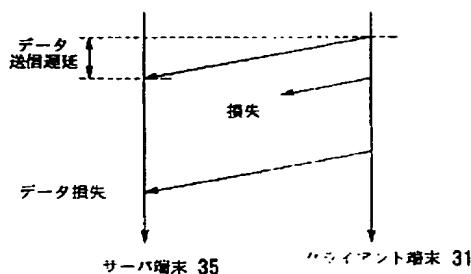
#### 【符号の説明】

- 31 (51) …クライアント端末、32 (52) …トラフィック発生パターン生成機能部、33 …トラフィック生成機能部、34 (54) …トランスポート機能部、35 (57) …サーバ端末、36 …トラフィック受信機能部、37 (56) …ネットワーク性能測定機能部、38 (61) …評価対象ネットワーク、39 (62) …疑似端末台数及び使用アプリケーション入力インターフェース部、53 …データ送信要求生成機能部、55 …データ受信機能部、58 …データ送信要求受信機能部、59 …要求データサイズ読み取り機能部、60 …要求サイズデータ送信機能部

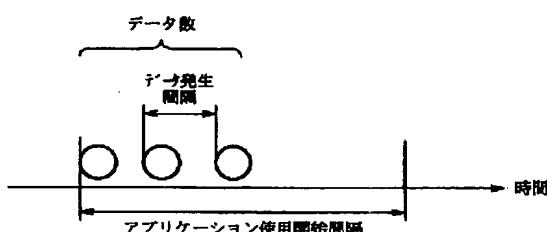
【図1】



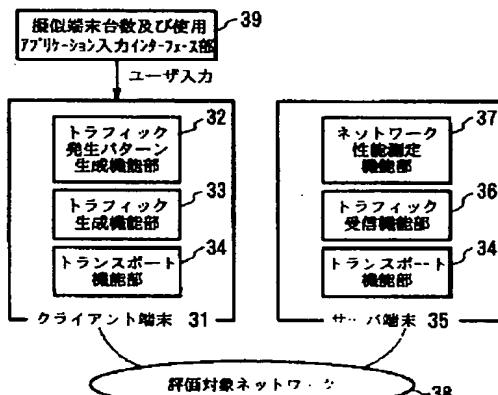
【図4】



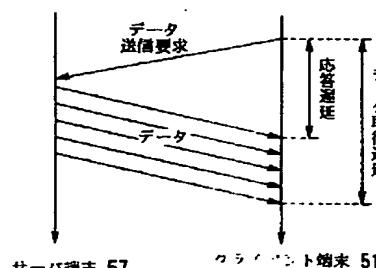
【図2】



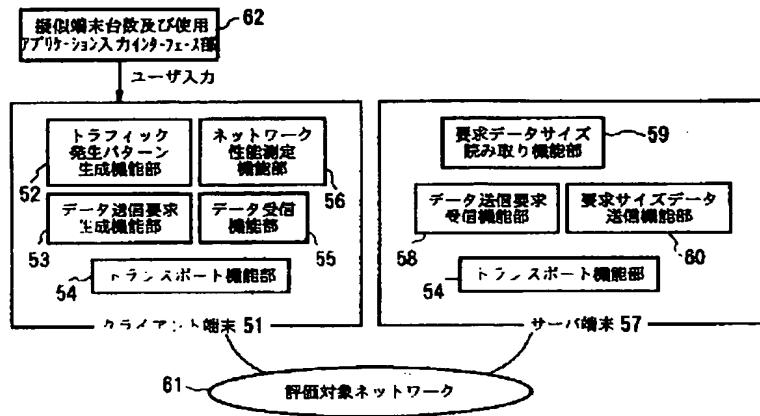
【図3】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5K030 GA17 JA10 LC11 MC01  
 5K051 AA00 BB02 CC02 FF03 HH12  
 9A001 BB04 CC02 CC06 GG05 JJ12  
 JJ27 JJ78 LL01 LL08